

Код МРНТИ 52.13.04

Д.М. Қырғызбаева, *Т.Б. Нұрпейісова, Ж.Т. Кожаяев, Д.С. Мұханбеткәрім
Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

ЖЫЛАНДЫ КЕНІШІНДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақалада Жыланды кенішінің кен орнын зерттеу, атап айтқанда геологиялық, тектоникалық және құрылымдық ерекшеліктері, оның тау-кен өнеркәсібі үшін маңызы, сондай-ақ аймақтың экономикалық дамуына әсері келтірілген. Зерттеу геомеханикалық мониторингте спутниктік технологияларды, ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ұшқышсыз ұшу аппараттарын), лазерлік сканерлеуді, цифрлық модельдеуді және басқа да инновациялық шешімдерді пайдалану мүмкіндіктерін қарастырады. Бұл технологиялар жер бетіндегі деформацияларды жоғары дәлдікпен бағалауға, ықтимал қауіпті аймақтарды анықтауға және геодинамикалық өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін арттыруға, экологиялық тәуекелдерді азайтуға, сондай-ақ тау-кен объектілерінің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Түйінді сөздер: мыс кенорны, геологиялық карта, тау-кен жұмыстары, жылжу процесі, мониторинг, GNSS өлшеулер.

Study of geomechanical processes at the Zhylandy mine

Abstract. The article presents studies of the Zhilandsky mine deposit, namely geological, tectonic and structural features, its importance for the mining industry, as well as its impact on the economic development of the region. Special attention is paid to the application of modern geodetic methods and tools. The study examines the possibilities of using satellite technologies, unmanned aerial vehicles (UAVs), laser scanning, digital modeling and other innovative solutions in geomechanical monitoring. These technologies allow us to accurately assess the deformations of the Earth's surface, identify potentially dangerous areas and predict geodynamic changes. This approach helps to improve the safety of mining operations, reduce environmental risks, and ensure the long-term sustainability of mining facilities.

Key words: copper deposit, geological map, mining operations, movement process, monitoring, GNSS measurements.

Исследование геомеханических процессов на руднике Жыланды

Аннотация. В статье приведены исследования месторождения Жыландинского рудника, а именно геологические, тектонические и структурные особенности, его значение для горнодобывающей отрасли, а также влияние на экономическое развитие региона. Особое внимание уделено применению современных геодезических методов и инструментов. В исследовании рассмотрены возможности использования спутниковых технологий, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), лазерного сканирования, цифрового моделирования и других инновационных решений в геомеханическом мониторинге. Эти технологии позволяют с высокой точностью оценивать деформации земной поверхности, выявлять потенциально опасные зоны и прогнозировать геодинамические изменения. Такой подход способствует повышению безопасности горных работ, снижению экологических рисков, а также обеспечению долгосрочной устойчивости горнопромышленных объектов.

Ключевые слова: медное месторождение, геологическая карта, горные работы, процесс перемещения, мониторинг, GNSS измерения.

Кіріспе

Қазақтың қасиетті топырағы XX-ғасырда көптеген ғалымдарды өмірге әкелді, солардың арасында Қаныш Имантайұлының тұлғасы күзар шыңға ұқсайды. Аты аңызға айналған, жер қойнауының сиқырлы сырларын тамаша көрегендікпен аша білген, 100 жылдық мерейтойы ЮНЕСКО аясында аталып өткен, академик Қ.И. Сәтбаевтың Ұлытау өңірінде ашып кеткен, бүгінде игеріліп жатқан кенорындары жайлы айтпақпыз.

Қ.И. Сәтбаевтың сонау 1932 жылы жарияланған «Жезқазған мыс кен ауданы және оның минералдық байлықтары» деген еңбегі, бүгінгі таңда «Жезқазған мысы – ел ырысы» деген ұранға айналып отырғаны баршаға белгілі. Мәскеудің тапсырмасы бойынша Қазақстанның жерасты қазба байлығының болжамды (металлогендік) картасын жасаған кезде Қаныш Сәтбаев барлау жүргізілген аймақтан төрт-бес кен орындарын геологиялық картаға кіргізбеген. «Ондағы руда қоры өте тереңде. Қаржыны да, техниканы да көп қажет етеді. Толық пісіп пісіп-жетілмеген жерлерді картаға енгізуге әлі ерте», – деген әріптестеріне. Ал, өзімен сырлас достары Мұхтар Әуезов пен Әлкей Марғұланға: «Әдейі жасырып алып қалдым. Кейінгі ұрпаққа да керек емес пе», – деген екен [1, 2]. Ғұлама ғалымның сол еңбегінің жемісін бүгінгі ұрпақ көріп отыр.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны кезінде біздерге Қ.И. Сәтбаев мұра қылып тастап кеткен Жыланды кен орындары тобы. Тау жыныстары мен жер бетінің деформациялық процестерін

зерттеу ғарыштық, электронды тахеометр, лазерлік маркшейдерлік заманауи аспаптарды қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Нәтижелері және талқылаулар

Бүгінде кен орындарын игерудің соңғы жылдары аса күрделі геологиялық құрылымдық және терең қабаттарда орналасқан жағдайларда жүргізіліп жатқандығы мәлім. Соладың бірі Жыланды кен орны тобы қорына жататын «Шығыс Сарыоба» кен орны. Экономикада туындаған күрделі ахуал мен қиындықтарға қарамастан, кен орындарының көкжиегі кеңейіп келеді, соның ішінде «Шығыс Сарыоба» мыс кенін игеру Сарыарқа өңірінде тау-кен жұмысын жандандырды [3, 4].

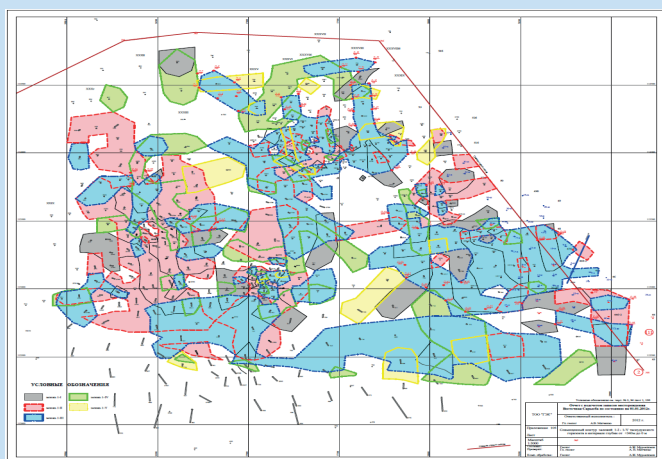
Қазақстанның жер қойнауы пайдалы қазбалардың, оның ішінде мыс кен орындарына бай. Олардың ішінде Ұлытау ауданында Жезқазған кенішінен солтүстікке қарай 30–35 шақырым жерде орналасқан Сарыоба кен орны (Шығыс және Батыс) ерекше орын алады. Бірінші кен орны 1938–40 жылдары ашылды және Қ.И. Сәтбаевтың басшылығымен онда алғашқы геологиялық-барлау жұмыстары жүргізілді «Шығыс Сарыоба» кен орны Жезқазған кенішінің солтүстігінде 30–45 км жерде орналасқан (сурет 1).

Жалпы кен алаңы бойынша В+С1+С2 санаттары бойынша ірі өнеркәсіптік объектілер қатарына енгізуге мүмкіндік беретін мөлшерде қорлар барланды және бекітілді. Сонымен қатар, кен денелері көптеген дизъюнктивтік бұзылыстармен күрделенген және олар кен қазу жұмыстарын едәуір қиындата түседі.



Сурет 1. Жыланды тобы кен орындары.
Figure 1. Deposits of the Zhilandinskaya group.
Рис. 1. Месторождения Жиландинской группы.

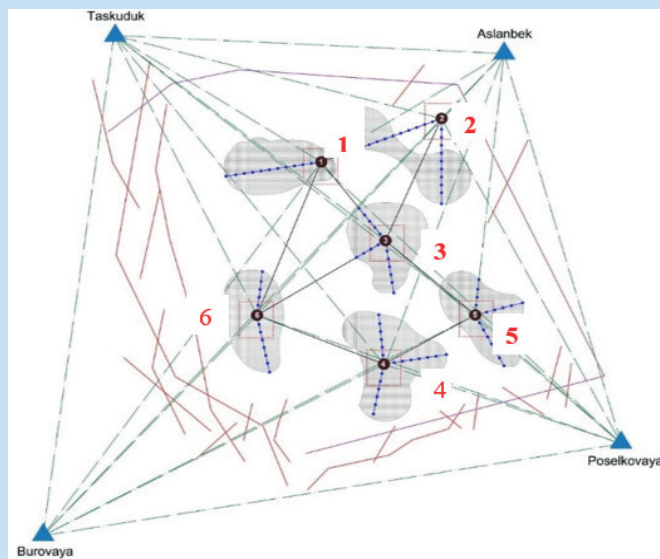
Иә, көрнекті ғалымның пайғамбарлығы бүгін біздің алдымызда. Терең қабаттардан кен игеру, қазіргі кезде тау жыныстарының деформациялануы, жылжуы және олардың кернеулі күйлерінің өзгеруімен елеулі геодинамикалық процестердің туындауымен ерекшеленуде. Жер қойнауын кең көлемде игеру, әсіресе Ұлытау облысындағы геологиялық ортаның геодинамикалық режимі өзгереді. Кен игеру кезіндегі мұндай геодинамикалық процестердің әсерінен өте қолайсыз *технологиялық, экологиялық және экономикалық* салдарлар туындауы мүмкін. Сол себептен де, кен орнының геологиялық жағдайына көз жіберсек (сурет 2), олардың әр қабатта әр қилы орналасқандығын, кен денелерінің көптеген дизъюнктивтік бұзылыстармен күрделенгендігін және олармен игеру жұмыстарын едәуір қиындата түсетіндігін байқауға болады [5, 6].



Сурет 2. Шығыс Сарыоба кен шоғырларының біріктірілген контуры, тереңдігі +340 м-дейін.
Figure 2. Combined contour of East Saryoba deposits, depth up to 340 m.
Рис. 2. Комбинированный контур залежей Восточной Сарыобы, глубина до +340 м.

Міне осындай, үлкен алқапты алып жатқан, бірнеше кен шоғырларынан тұратын және әртүрлі терең қабаттар-

да түзілген алып мыс кен орнын игеру жұмыстары жоғары дәлдікті геодезиялық негіздемені құруды талап етеді. Осыған байланысты Жыланды тобы кен орындары үшін, тірек пункттері мен деформациялық нивелирлік реперлерден тұратын «Бұталы» тармақталған жаңа полигон құрылды [7] және оның пункттері 3 метрлік тереңдікте орнатылған тұрақты мәжбүрлеп центрлеу пункттері [8]. Барлық тұрақты пункттер рудалық желілердің үстіне орнатылды және Мемлекеттік геодезиялық триангуляция (Таскудук, Асланбек, Буровая Поселковая) пункттеріне байланыстырылды (3-сурет).



▲ – тригонометриялық пункттер; ● 5 – полигонның «бұталы» пункттері

Сурет 3. Сарыоба кен орны аумағындағы геодезиялық пункттер.
Figure 3. Geodetic points on the territory of the Saryoba deposit.
Рис. 3. Геодезические пункты на территории месторождения Сарыоба.

Мінекей осы жұмыстардың барлығы геодезиялық заманауи технологияны қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте геодезиялық жұмыстардың жоғары тиімділігіне тек жерсеріктік технологиялар арқылы қол жеткізіледі (4-сурет). Қазіргі заманғы техникалық құралдарды қолдану мониторингтік жұмыстардың жоғары деңгейде жүргізудің кең мүмкіндіктерін ашады. Геодезиялық негізді жиілетуді жылдам дамыту, жоғары дәлдікпен жергілікті жерге профильдерді шығару, өлшеу және деректерді өңдеуді автоматтандыру, күрделі физика-географиялық және климаттық жағдайларда жұмыс жүргізу мүмкіндігі тек заманауи аспаптар негізінде жүзеге асырылады [9, 10].

Бастапқы нүкт ретінде Мемлекеттік геодезиялық желінің триангуляция нүктелері, WGS-84 координаталар жүйесіне көшіруде Буровая пункты базалық нүкте ретінде пайдаланылды. Алынған деректер мен жерсерік өлшеулердің өңделген нәтижелері келесі кестелерде келтірілген.



Сурет 4. Шығыс Сарыоба кен орнында кезекті мониторинг жүргізу.

Figure 4. Regular monitoring of the Vostochno-Saryobinskoye field.

Рис. 4. Проведение очередного мониторинга Восточно-Сарыобинского месторождения.

WGS-84 координаталар жүйесінен жергілікті координаталар жүйесіне және биіктік жүйесіне көшуде жерсеріктік бақылаулар мәліметтерінің өңделуі 2 кестеде көрсетілген.

Жерсеріктік бақылаулар швейцария фирмасының Leica GS16 – 2 GNSS қабылдағышы, ал биіктік белгілері Leica TS06 5» электрондық тахеометр арқылы жүзеге асырылды. Алынған нәтижелер 2-кестеде келтірілген.

Бірнеше кезеңде мониторинг жүрізу нәтижелері біріктірілген (ашық және жерасты) әдіспен кен игеру жер қойнауында кернеулердің қайта бөлінуіне әкеліп соғады, бұл кернеу концентрацияларының карьер түбінен жоғарылауына және тау-кен массаларының өндірілетін кеңістікке қарай ығысуына әкеледі. Карьер беткейлерінің деформациялануы жерасты қазбаларының айналасындағы кернеулі күйді өзгертіп, кен өндіруді қиындатады.

Кен орындарын қауіпсіз және тиімді игоеруді қамтамасыз ету үшін тау-кен массасының геомеханикалық жағдайын жүйелі түрде бағалау, осы жағдайдағы өзгерістерге болжам жасау, деформациялық процестердің дамуын бақылау және тау-кен массасының тұрақсыз учаскелерін жасанды түрде нығайту арқылы оларды басқару қажеттігі туындайды.

Сөйтіп, мониторингтеу процесінде алынған нәтижелер геодинамикалық тәуекелді одан әрі бағалау және теріс салдарларды төмендету бойынша іс-шараларды әзірлеу үшін пайдаланылатын болады.

Кесте 1

Пункттердің теңестірілген кейінгі координаталары

Table 1

Coordinates of points after alignment

Таблица 1

Координаты пунктов после выравнивания

Пункттер атаулары	Класс	WGS-84 эллипсоидындағы географиялық координаталар		WGS-84 эллипсоидындағы биіктіктер
		Ендік	Бойлық	Н, м
Поселковый	4	48° 08' 47.43544"N	67° 29' 36.25553"E	402, 7452
Асланбек	4	48° 11' 24.85021"N	67° 35' 48.34038"E	427, 2772
4735	4	48° 09' 17.91359"N	67° 28' 38.42796"E	402, 7452
5784	4	48° 09' 48.06852"N	67° 27' 00.26502"E	434, 6978
Буровая	4	48° 08' 12.72727"N	67° 27' 41.60400"E	420, 4767

Кесте 2

Жерсеріктік бақылаулардың өңделген нәтижелері

Table 2

Processed satellite observation results

Таблица 2

Обработанные результаты спутниковых наблюдений

Имя Пункта	ITRF2008			WGS84			UTM 42N		
	X, м	Y, м	Z, м	B	L	h, м	X	Y	h, м
RP02	1632200,5571	3937264,7502	4729578,8152	48°10'01,00481»N	067°29'00,44123»E	404,6638	5335967,857	387239,534	404,664
RP03	1632741,9030	3937565,5219	4729137,8417	48°09'39,78017»N	067°28'41,81649»E	399,7218	5335320,178	386841,903	399,722
RP04	1633280,7021	3937890,2852	4728683,2077	48°09'17,74868»N	067°28'23,75454»E	398,8271	5334647,385	386455,317	398,827
RP05	1632111,4814	3937723,5393	4729218,9788	48°09'43,83469»N	067°29'12,92478»E	396,4978	5335432,674	387486,927	396,498
RP06	1633215,0023	3937251,3304	4729235,7251	48°09'44,52246»N	067°28'14,84566»E	399,9548	5335477,642	386287,716	399,955
RP01	1632921,1178	3937041,9195	4729532,5184	48°09'58,31277»N	067°28'24,09944»E	416,9637	5335899,6	386487,308	416,964
RP02.10	1632391,6424	3937148,8425	4729615,0502	48°10'02,60468»N	067°28'49,75059»E	409,0589	5336021,61	387019,714	409,059
RP05.10	1632288,9604	3937600,6683	4729268,3701	48°09'45,99982»N	067°29'02,71440»E	402,9158	5335503,674	387277,348	402,916

Қорытынды

Жоғарыда келтірілген терең қабаттарда орналасқан, праметрлері де әркілі кен орындарын сеймикалық барлау кезінде жерсеіктік жүйелерді тиімділігі өте зор. Жылжымайтын геодезиялық тірек торабы пункттерде жұмыс істей отырып, барлық қателіктерді ескеруге мүмкіндік береді және де станциядағы түзетулерді барлық GNSS қабылдағыштарға жібере алады, ал олар позициялау нәтижелеріне түзетулерді енгізе отыра, сенімді нәтижелер алуға толық мүмкіндік береді.

Алғыс

Ғылыми жұмыс ҚР Ғылым және Жоғары білім министрлігінің гранттық қаржыландыру жобасы аясында орындалды (AP23489269 «Өнеркәсіптік сенімділікті қамтамасыз ету үшін жер қойнауын игеру кезінде тау жыныстары массивінің геологиялық-құрылымдық ортасының геодинамикалық жай-күйін геотехникалық мониторингтеу»).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қаныш аға (естеліктер): Алматы: Жазушы, 1989. 400 б. (орыс тілінде)
2. Есенов Ш.Е., Штифанов В.И. Жезқазған ауданының табиғи байлығын зерттеу мен игерудегі Қ.И. Сәтбаевтың рөлі. Кітапта академик Қ.И. Сәтбаев: Алматы, Ғылым, 1965. Б. 111–122 (орыс тілінде)
3. Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П. Карьердің жиектері мен борттарының тұрақтылығын басқарудың табиғи және техногендік негіздері: Алматы: Ғылым, 1997. 215 б. (орыс тілінде)
4. Жер қойнауын ауқымды игеру кезіндегі тау жыныстарының жай-күйін кешенді бақылау / Базалук О. [және т. б.] // Жер туралы ғылымдағы шекаралар. 2022. Б. 1–12 (ағылшын тілінде)
5. Геотехниканың заманауи әдістері-шахталарда өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің тиімді әдісі / Нурпеисова М.Б. [және т. б.] // Еуразиялық тау-кен өндірісі. 2021. Б. 18–21 (ағылшын тілінде)
6. «Геодинамикалық полигонды құрудың жаңа тәсілі» 17.09.2021 ж. № 20302 ҚР Ғылым туындысына куәлік / Қырғызбаева Г.М., Исагазы М.Д., Мұхаметкарим Д.С. (орыс тілінде)
7. «Аспаптарды мәжбүрлеп орталықтандырудың жерүсті тұрақты геодезиялық пункті» 19.08.2022 жылғы № 35798 ҚР патенті / Рысбеков К.Б., Айтқазынова Ш.К., Доненбаева Н.С. және т. б. (орыс тілінде)
8. Нұрпейісова М.Б., Мұханбетқарым Д.С. Мәжбүрлеу орталығының жер үсті пункті туралы // Қазақстанның тау-кен журналы. 2021. Б. 18–22 (орыс тілінде)
9. Қасымқанова, К.К., Истекова, С., Рысбеков, К., Солтабаева, С., Қырғызбаева, Г., Доссетова, Г. Белгілі бір тектоникалық бұзылыстарды ескере отырып, тау-кен жыныстардың шекараларын анықтаудың геофизикалық әдісін жетілдіру / Қасымқанова К.К. [және т. б.] // Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру. 2023. № 17 (1). Б. 17–27 (ағылшын тілінде)
10. Сайк П. Карьердің беткейлерінің тау-кен жыныстарының жай-күйін зерттеу және оның тұрақтылығын басқару / Сайк П. [және т. б.] // Жер туралы ғылымдағы шекаралар. 2024. Т. 12. Б. 1–13 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Kanysh aga (vospominaniya) [Kanysh aga (memories)], Almaty: Pisatel, 1989. 400 p. (in Russian)
2. Yesenov Sh.E., Shtifanov V.I. Rol' K.I. Satpaeva v izuchenii i osvoenii prirodnnykh resursov Dzhzhkazganskogo regiona. V kn. akademiya K.I. Satpaeva [The role of K.I. Satpayev in the study and development of natural resources of the Dzhzhkazgan region. In the book of academician K.I. Satpayev], Alma-Ata, Nauka, 1965. 111–122 pp. (in Russian)
3. Popov I.I., Nizametdinov F.K., Okatov R.P. Prirodnye i tekhnogennye osnovy upravleniya ustoychivost'yu ustupov i bortov kar'erov [Natural and man-made foundations of stability management of ledges and sides of a quarry], Almaty, Nauka, 1997. 215 p. (in Russian)
4. Integrated Monitoring for the Rock Mass State During Large-Scale Subsoil Development / Bazaluk O. [et al.] // Frontiers in Environmental Science. 2022. 1–12 pp. (in English)
5. Modern geotechnical methods are an effective way to ensure industrial safety in mines / Nurpeisova M.B. [et al.] // Mining of Eurasia. 2021. V. 36. Issue 2. 18–21 pp. (in English)
6. Svidetel'stvo o nauchnoi deyatel'nosti Respubliki Kazakhstan № 20302 ot 17.09.2021 g. «Novyi podkhod k sozdaniyu geodinamicheskogo poligona» [«A new approach to the creation of a Geodynamic landfill» certificate for the work of science of the Republic of Kazakhstan dated 17.09.2021 No. 20302], Kyrgyzbaeva G.M., Isagazy M.D., Mukhametkarim D.S. (in Russian)
7. Pat. № 35798 ot 19.08.2022 g., Respubliki Kazakhstan. Nazemnyi postoyanniy geodezicheskii punkt dlya prinuditel'nogo tsentrirovaniya priborov [Patent of the Republic of Kazakhstan No. 35798 dated August 19, 2022. «Ground-based permanent geodetic point for forced centering of instruments»], Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Aitkazinova Sh.K., Donenbaeva et al.) (in Russian)

9. Nurpeisova M.B., Mukhanbetkarim D.S. *O nazemnom punkte prinuditel'nogo tsentrirovaniya* [On the ground point of forced centering], *Gornyi zhurnal Kazakhstana* [Mining Journal of Kazakhstan]. 2021. 18–22 pp. (in Russian)
10. Kassymkanova, K.K., Istekova, S., Rysbekov, K., Soltabayeva, S., Kyrgyzbayeva, G. *Improving a geophysical method to determine the boundaries of ore-bearing rocks considering certain tectonic disturbances* / Kassymkanova K.K. [et al.] // *Mining of Mineral Deposits*. 2023. No. 17 (1). 17–27 pp. (in English)
10. *Investigation of the rock mass state in the near-wall part of the quarry and its stability management* / Saik P. [et al.] // *Frontiers in Earth Science*. 2024. V. 12. 1–13 pp. (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Каныш ага (воспоминания)*: Алматы: Писатель, 1989. 400 с. (на русском языке)
2. Есенов Ш.Э., Штифанов В.И. Роль К.И. Сатпаева в изучении и освоении природных ресурсов Джезказганского региона. В кн. академика К.И. Сатпаева: *Алма-Ата, Наука, 1965. С. 111–122* (на русском языке)
3. Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П. *Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьеров*: Алматы: Ғылым, 1997. 215 с. (на русском языке)
4. Комплексный мониторинг состояния горных пород при крупномасштабном освоении недр / Базалук О. [и др.] // *Границы в науке о Земле*. 2022. С. 1–12 (на английском языке)
5. *Современные методы геотехники – эффективный способ обеспечения промышленной безопасности на шахтах* / Нурпеисова М.Б. [и др.] // *Горное дело Евразии*. 2021. Т. 36. Вып. 2. С. 18–21 (на английском языке)
6. *Свидетельство о научной деятельности Республики Казахстан № 20302 от 17.09.2021 г. «Новый подход к созданию геодинамического полигона»* / Кыргызбаева Г.М., Нурпеисова М.Б., Исагазы М.Д., Мухаметкарим Д.С. (на русском языке)
7. Пат. № 35798 от 19.08.2022 г., Республики Казахстан. *Наземный постоянный геодезический пункт для принудительного центрирования приборов* / Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Айтказинова Ш.К., Доненбаева и др. (на русском языке)
8. Нурпеисова М.Б., Муханбеткарим Д.С. *О наземном пункте принудительного центрирования* // *Горный журнал Казахстана*. 2021. С. 18–22 (на русском языке)
9. *Совершенствование геофизического метода определения границ горных пород с учетом определенных тектонических нарушений* / Касымканова К.К. [и др.] // *Добыча месторождений полезных ископаемых*. 2023. № 17 (1). С. 17–27 (на английском языке)
10. *Исследование состояния горных пород склонов карьера и управление их устойчивостью* / Сайк П. [и др.] // *Границы в науке о Земле*. 2024. Т. 12. С. 1–13 (на английском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Қырғызбаева Д.М., Ph.D докторы, Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауым. профессор (Алматы қ., Қазақстан), d.kirgizbaeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-5043-4275>

Нурпеисова Т.Б., т.ғ.к., Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан), t.nurpeisova@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-8162-6053>

Кожаяев Ж.Т., Ph.D докторы, Satbayev University Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасының қауымдастырылған профессор (Алматы қ., Қазақстан), zh.kozhayev@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-9976-9375>

Мұханбеткарим Д.С., Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), m19.dimash@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-1273-4775>

Information about the authors:

Kirgizbaeva D.M., doctor Ph.D, Associate Professor of the Department of «Surveying and Geodesy» Satbaev University (Almaty, Kazakhstan)
Nurpeisova T.B., Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department «Surveying and Geodesy» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kozhaev Zh.T., Ph.D, Associate Professor of Department of Surveying and Geodesy Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Mukhanbetkarim D.S., master's student of the Department of «Surveying and Geodesy» Satbaev University (Almaty, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Киргизбаева Д.М., доктор Ph.D, ассоц. профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbaev University (г. Алматы, Казахстан)

Нурпеисова Т.Б., к.т.н., профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbaev University (г. Алматы, Казахстан)

Кожаяев Ж.Т., Ph.D, ассоц. профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbaev University (г. Алматы, Казахстан)

Муханбеткарим Д.С., магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbaev University (г. Алматы, Казахстан)